

MODELO TÉRMICO PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVERSOS EM TRANSFERÊNCIA DE CALOR COM APLICAÇÃO EM UM PROCESSO DE USINAGEM POR TORNEAMENTO

Marcelo Ribeiro dos Santos; Solidônio Rodrigues Carvalho.

No processo de usinagem a energia mecânica é convertida em calor através da deformação plástica do cavaco e do atrito entre a ferramenta e a peça. A contínua necessidade de aumento das velocidades de corte em processos de usinagem de alto desempenho e estudos de maximização da taxa de remoção de material tem impulsionado pesquisas de novos materiais resistentes a altas temperaturas. A medida da temperatura durante o corte na interface cavaco-ferramenta é uma informação importante, pois permite analisar os fatores que influenciam a vida útil e o desgaste na ferramenta.

Neste sentido, o Laboratório de Transferência de Calor e Massa (LTCM) vêm desenvolvendo softwares específicos que utilizam técnicas inversas para determinar o fluxo de calor e a distribuição de temperatura em processos de fabricação, mais especificamente de usinagem. Dentre os softwares existentes no laboratório destaca-se o INV3D, desenvolvido por Carvalho (2005), implementado em C++, que resolve problemas diretos e inversos de transferência de calor.

Assim sendo, esse trabalho tem como objetivo implementar melhorias no software INV3D e utilizá-lo no estudo dos campos térmicos desenvolvidos no processo de usinagem por torneamento de aço de fácil corte com ferramenta de aço-rápido. Ressalta-se que os resultados obtidos são comparados a dados experimentais medidos pelo método do termopar ferramenta-peça e informações disponíveis na literatura.

A metodologia utilizada baseia-se na solução numérica da equação da difusão tridimensional transiente, via volumes finitos, aplicada no modelo térmico da ferramenta de usinagem Fig. 1, utilizando malha irregular e co-localizada.

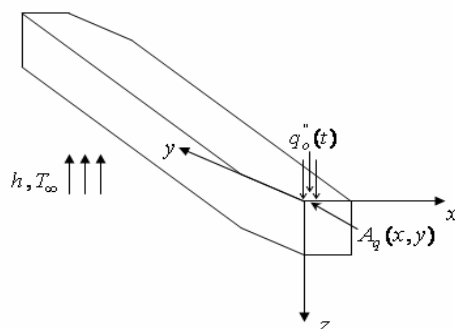


Figura 1: Representação esquemática do modelo térmico da ferramenta de aço-rápido utilizada neste trabalho.

Para a solução do problema inverso foi utilizada a técnica inversa da Função Especificada Sequencial.

Na montagem da bancada experimental para análise do processo de usinagem, utilizou-se um torno mecânico convencional IMOR MAXI – II – 520 – 6CV. O material usinado neste trabalho é aço de corte fácil, baixo carbono, ao chumbo-ABNT 12L14. A ferramenta de corte, por sua vez, é de aço rápido M35 com baixo carbono. As temperaturas experimentais foram medidas por meio de um sistema de aquisição de dados HP 75000 Series B comandado por PC no qual foram conectados três termopares do tipo T.

Foram feitos vários testes variando as principais condições de corte e utilizando os dados experimentais coletados no INV 3D foi possível gerar as curvas das temperaturas na interface de corte em função das condições de corte. A Fig. 2 apresenta o resultado para uma das condições de corte: avanço de 0,138 mm/rot, velocidade de corte variável e profundidade de corte de 1,0 mm (no raio)

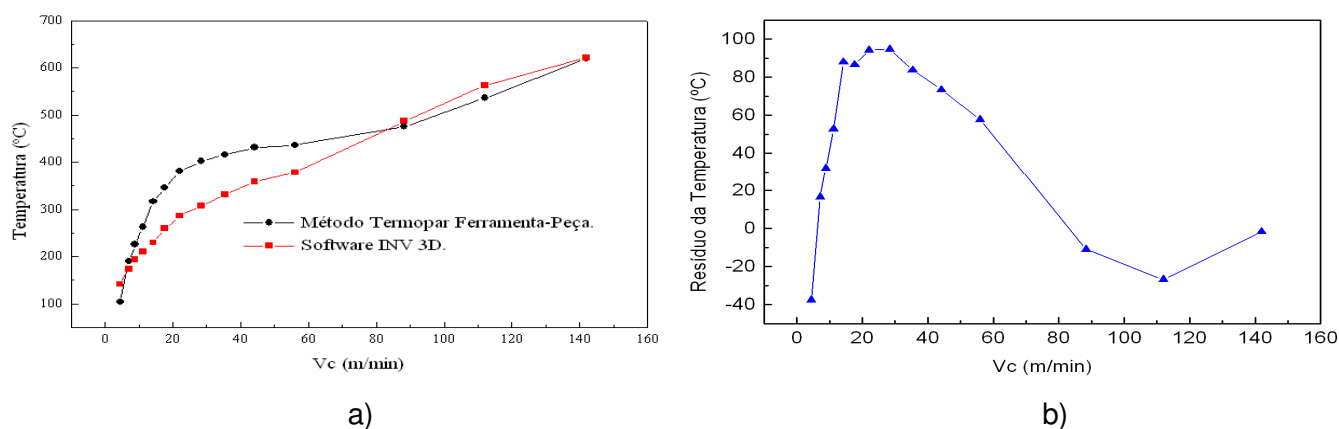


Figura 2: a) Temperatura na interface de corte: Inv3D x Termopar Ferramenta-Peça; b) Resíduo entre as temperaturas.

Além disso, para a condição de corte - avanço de 0,138 mm/rot, velocidade de corte de 142 m/min (rotação de 900 rpm) e profundidade de corte de 1,0 mm (no raio) – apresenta-se a distribuição tridimensional da temperatura na ferramenta de usinagem, com destaque para a interface de corte.

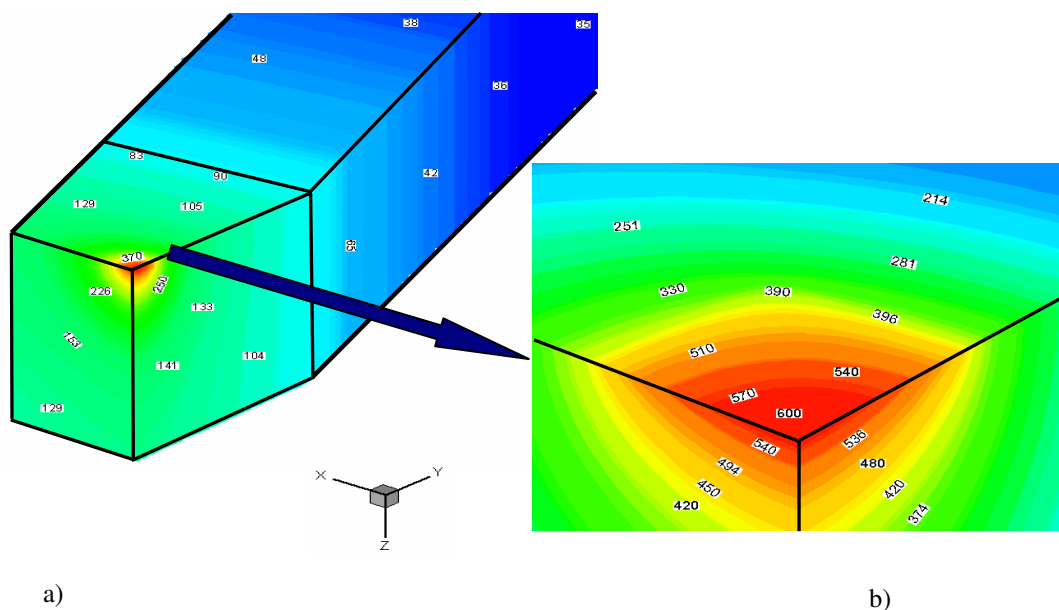


Figura 3: Distribuição tridimensional da temperatura: a) Ferramenta em escala 3:1 e b) Região da interface de corte: escala 20:1.

Os resultados encontrados nesse trabalho foram satisfatórios, coerentes com a teoria e contribuíram para os avanços no estudo do comportamento da temperatura na interface de corte.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, S. R. Determinação da temperatura na interface cavaco-peça-ferramenta durante o processo de usinagem por torneamento. 2005. 123 f. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica (Faculdade de Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.